

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1961

THESE

N° 568

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLOME D'ETAT)

PAR

Henri Alexis BENHAMOU

NE LE 26 JUILLET 1932

A SIDI BEL ABBES

(D^É ORAN)

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

19

De la pollution atmosphérique
des
grandes agglomérations humaines

PRESIDENT : M. Maurice DEPARIS, PROFESSEUR

LES IMPRESSIONS SOLANGE VIDAUD
102, RUE DU FAUBOURG POISSONNIERE • PARIS X'



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553817_0007

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1961

THESE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(DIPLÔME D'ETAT)

PAR

Henri Alexis BENHAMOU

NE LE 26 JUILLET 1932

A SIDI BEL ABBES

(D'ORAN)

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

19

De la pollution atmosphérique
des
grandes agglomérations humaines

PRESIDENT : M. Maurice DEPARIS, PROFESSEUR

LES IMPRESSIONS SOLANGE VIDAUD
102, RUE DU FAUBOURG POISSONNIERE • PARIS X'



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Aubin (A.), Bénard (H.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Champy (C.), Debré (R.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Moreau (R.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis, Richet (C.), Strohl (A.), Tanon (L.).

DOYEN Léon BINET.

Membre de l'Institut

ASSESEUR. Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	JAYLE (M. F.)
» » (Prof. à titre personnel)	ETTORI (J.)
» » (Prof. à titre personnel)	SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Éducation physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
» » (Prof. à titre personnel)	BOURLIERE (F.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M.)
» » (Prof. à titre personnel)	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales	N.
» » Beaujon	PATEL (J.)
» » Cochin	GORDIER (G.)
» » Hôtel-Dieu	GOSSET (J.)
» » Pitié	MOULONGUET (P.)
» » Saint-Antoine	LORTAT-JACOUB (J.-L.)
» » Salpêtrière	FÈVRE (M.)
» » Tenon	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	GAUDART-D'ALLAINES (F. de)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	MATHEY (J.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DEDOURT (J.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec)	LAMY (M.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	FUNCH-BRENTANO (P.)
Clinique de génétique métabolique (Enfants-Malades)	DEGOS (R.)
Clinique gynécologique (Broussais)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (St-Louis)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	DELAY (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (St-Anne)	MARCHEL (G.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)	N.
Clinique des maladies du sang (Broussais)	LENÈGRE (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	SOULIÉ (P.)
» » Boucicaut	JUSTIN-BESANÇON (L.)
» » Broussais	BRUNET (G.)
» » Cochin	BAKIEV (M.)
» » Hôtel-Dieu	DREYFUS (G.)
» » Pitié	KOURILSKY (R.)
» » St-Antoine	DEBRAY (G.)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	GENNES (L. de)
Clinique médicale prophylactique (Broussais)	BEROT (M.)
Clinique médico-sociale de diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DAVID (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	GARCIN (R.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales	MERGER (R.)
» » Baudouin	VARANGOT (J.)
» » Foch (Suresnes)	RENARD (G.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	AUBRY (M.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	LELONG (M.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	MARIE (J.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (St-Vincent-de-Paul)	BERNARD (E.)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MICHAUX (L.)
Clinique de pneumo-phthisiologie (Laënnec)	COSTE (F.)
Clinique psychiatrique infantile (Salpêtrière)	DESHAUME (M.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	N.
Clinique stomatologique (Pitié)	LEMAIRE (A.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	N.
Clinique thérapeutique médicale (St-Antoine)	GIROUD (A.)
Clinique urologique (Cochin)	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)
Embryologie	SÈZE (S. de)
» » (Prof. à titre personnel)	VERNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	
Histologie	

Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	
Hygiène et médecine préventive	
»	(Prof à titre personnel)
Médecine du Travail	
Médecine légale	
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	
Parasitologie	
»	(Prof à titre personnel)
Pathologie chirurgicale	
»	(Prof à titre personnel)
Pathologie exotique	
Pathologie expérimentale et comparée	
Pathologie médicale	
Pathologie respiratoire	
Pathologie et thérapeutique générales	
Pharmacologie	
»	(Prof à titre personnel)
Physiologie	
»	(Prof à titre personnel)
»	
Physiologie et pathologie obstétricales	
Physique médicale	
»	(Prof à titre personnel)
»	
Radiologie médicale	
Technique chirurgicales et Chirurgie expérimentale	
Thérapeutique	

MM.	
TURPIN (R.)	
JOANNON (P.)	
DEPARIS (M.)	
DESOILLE (H.)	
PIÉDELIEVRE (R.)	
FASQUELLE (R.)	
GALLIARD (H.)	
BRUMPT (L. G.)	
COUYELAIRE (R.)	
LAURENCE (G.)	
LAVIER (G.)	
MERKLEN (F.-P.)	
MILLIEZ (P.)	
TURIAF (F.)	
ROUDIN (G.)	
CHEVROL (J.)	
LÉVY (Mlle J.)	
BINET (L.)	
BARGETON (D.)	
PARROT (J.)	
LEPAGE (F.)	
DOGNON (A.)	
DUJOURN (A.)	
DEGREZ (H.)	
LÉGER (L.)	
CONTE (M.)	

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAÎTRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) OLIVIER (G.) GAUTHIER-VILLARS (Mop.) pr. s. ch.
Anatomie pathologique	RUSSEY (F.) COUYGOU (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	VOURDIN (G.)
Bactériologie	BARDIER (P.) CHRISTOL (D.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	LEWET (P.) pr. s. ch. POLAKSKI (L.) m. conf.
Biologie appliquée à l'Éducation Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	DENOIX (P.) MAYNE (G.)
Dermato-Syphiligraphie	DUPERRAT (D.)
Electro-Radiologie	LEMOUX-LIBERS (G.)
Hématologie	BISSEY-PAQUER (G.) DAUSSET (J.)
Histologie	CHUMAS (R.) pr. s. ch. MARCIS (M.) RACADOT (L.)
Hydrologie	CORNEY (A.)
Hygiène	BOYER (J.), pr. s. ch. CORRE-HORST (Luce L.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) DUPOST (V.) DENOGRI (L.) pr. s. ch.
Médecine légale	HADENGUE (A.) FOURNIER (E.) GUENIOT (M.)
Médecine du travail	ALBAHARY (G.)
Neurologie	LHERMITTE (F.) GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) THOYER-BOZAT (J.)

	MM.
Ophthalmologie	BRÉGEAT (P.) SARAUX (H.)
Orthopédie	JUDET (R.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DESAIN (J.)
Parasitologie	CHABAUD (A.) BARBAT (J.) BINET (J.-P.) CAUCHOIX (J.) CHATELIN (G.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) LOYGUE (J.) MERCADIER FERROTIN (J.) ROBERT (R.) THOMERET (G.)
Pathologie chirurgicale	FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) LOYGUE (J.) MERCADIER FERROTIN (J.) ROBERT (R.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	CROSTIER (J.) HARTMANN (L.) LOPER (J.) MAURICE (J.) RICHET (G.) AUSSANNAIRE (M.) BOUR (H.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BERGAIRE (H.) BRISAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CASTAIGNE (P.), m. conf. CATINAT (J.) CONTAMIN (F.) COURY (G.) FREZAL (J.) HOUSSET (E.) LAROCHÉ (Ol.) LESORRE (R.) MACREZ (G.) NICK (J.) PEQUIGNOT (L.) pr. s. ch. ROYER (P.) WOLFROMM (R.)

	MM.		MM.
Pédiatrie-Puériculture. . .	JOSEPH (R.)	Pneumo phtisiologie . . .	KREIS (B.)
	MANDE (R.)	Psychiatrie	PICHOT (P.)
	KOZZICORAGGI (P.)	Psychiatrie infantile. . . .	DUCHÉ ^{te} (D.)
	POLONOVSKI (G.)	Rhumatologie	DELBARRE (F.)
	ROSSIER (A.)		
Pharmacologie.	BOISSIER (J.)	Stomatologie.	GERNÉA (P.)
	LECHAT (P.)		CHAPUT (k ^{me} A.), m. c. agr.
Physiologie	DEJOURS (P.)		GRELLET (M.)
Physique médicale	OGUGEROT (L.), m. conf.	Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)
	pr. s. ch.		LAMOTTE (M.)
	KELLERSHOHN	Urologie	QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.		MM.
Anatomie	DEBEYRE	Clinique obstétricale . . .	GRASSET (J.)
			MAYER (M.)
			RAVINA (J.)
Clinique chirurgicale . . .	ABOULKER (P.)	Clinique ophtalmologique .	DESIGNES (P.)
	ABELINE (A.), pr. s. ch.		OFFRET (G.)
	HUQUIER (J.)	Clinique oto-rhino-laryngo-	
	OLIVIER (G.)	logique	MADURO (R.)
	PADOVANI (P.)	Clinique pédiatrique et pué-	
	POILLEUX (F.)	riculture	LAPLANE (R.)
Clinique médicale.	ROUX (M.)	Clinique psychiatrique. . .	BARUK (H.)
	VERNE (J.-M.)	Clinique urologique . . .	KUSS (R.)
		Médecine légale	GAULTIER
	DOMART (A.)		
	PERRAULT (M.)		
	RAMBERT (P.)		
	THIEFFRY (S.)		

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie.	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. - CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

	BOLTANSKI (E.)
	LAUNAY (C.)
Secrétaire général de la Faculté . .	M. LENA (J.)
Secrétaires.	M ^{me} BEURLAND (H.), M ^{lle} CHAINTREUIL (G.), M ^{me} ROCHE (L.)
Conservateur en Chef	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateur	Mlle DUMAITRE (P.)
Bibliothécaires.	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.),
	Mlles LAURENT (H.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE DEFUNT,

qui a su tracer ma voie,
en hommage à sa mémoire.

A MA MERE,

en gage de mon amour profond

A MES FRERE ET SOEURS,

A MES NEVEUX,

A MA FAMILLE,

A EVELYNE JAKUBOWICZ

en témoignage de mon affection

A TOUS MES AMIS

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Maurice DEPARIS

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

Médecin des hôpitaux

Chevalier de la Légion d'Honneur

qui nous fait l'honneur d'accepter
la présidence de notre thèse

A M. le Docteur Louis COIN

Chef de Service du Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris,
Membre du Conseil Supérieur d'Hygiène public de France,
Docteur ès-Sciences

avec toute notre reconnaissance pour les
conseils précieux qu'il nous a donnés

A MM.

TEAU PELLETIER

Ingénieur hygiéniste divisionnaire,
Chef de la Section des atmosphères au Laboratoire d'Hygiène
de la Ville de Paris

Louis MENETRIER

Chef de service adjoint du Laboratoire d'Hygiène de la Ville
de Paris

en remerciement de l'aide qu'ils ont
bien voulu nous apporter.

A Madame le Dr PAILLARD VARIN

Assistante à la F.M.P.

qui nous a gracieusement offert son
concours.

A MM. les Professeurs de la F.M.P.

A notre JURY, enfin

nous dédions cette thèse.

Le problème de la pollution de l'air s'est développé parallèlement à ceux de l'industrialisation et de la mécanisation. Et si l'on tente d'y apporter un remède, en agissant de façon cohérente et organisée depuis quelques années seulement, il n'en est pas moins vrai que l'on a déjà, depuis fort longtemps, essayé de prendre certaines mesures préventives. En effet :

Dès 1600 avant notre ère (Papyrus Smith), un hygiéniste de l'antiquité implorait les divinités afin qu'elles purifient l'atmosphère...

En l'an 1300, un entrepreneur de chauffage de la ville de Londres fut condamné à mort pour n'avoir pas tenu compte d'un "bill" interdisant de brûler du charbon pendant la session du Parlement.

Au XVI^e siècle, dans certains Etats de l'Allemagne, l'utilisation du charbon à des fins industrielles était interdite dans les villes, parce que ses fumées pouvaient empestier l'air.

Le 15 février 1833, le rédacteur parisien du journal littéraire "Le Fantastique" eut la surprise de trouver dans son courrier une lettre de doléances qu'il fit paraître in extenso dans ses colonnes. Cette lettre était ainsi conçue :

Monsieur le Rédacteur,

J'habite la place Maurice, et le quartier me plairait infiniment, n'était que je jouis de mes cinq sens et n'ai pas le nez bouché.

Vous devinez, sûrement, Monsieur, que j'entends parler de l'air, je veux dire du Suif que nous respirons sur la place Maurice; et si je vous demande la permission de médire de ce Suif dans vos colonnes, ce n'est assurément pas qu'il soit mauvais considéré comme graisse à chandelles, mais comme ingrédient respiratoire, c'est, je vous assure, la plus mauvaise drogue que puisse humer un nez qui se respecte,

Trois ou quatre industriels ayant privilège d'infecter tout un quartier, et l'une de nos plus jolies promenades, c'est un fait qui soulève des questions de droit, de justice, de conve-

nance, qu'il est superflu d'aborder. En effet, tout le monde est bien convaincu (sauf les trois ou quatre industriels susdits) qu'à nul n'appartient, ne peut appartenir le droit d'empuantir tout un prochain de cette façon-là. Je parierai que le Conseil Municipal en est lui-même d'accord, car il a fait des efforts pour diminuer l'infection par des mesures aussi sages qu'insuffisantes. Je l'en remercie pour ma part, et j'espère qu'à la prochaine expiration des baux qui le lient, il relèguera les fondours de graisse, loin, bien loin, de nos nez désormais triomphants et rendus à toute leur dignité morale. Oh ! le beau jour ! Mais mon nez le verra-t-il ?

En attendant, Monsieur, notre situation est bien misérable, et quand je l'envisage sous certains rapports moraux et philosophiques, j'arrive à des choses si tristes et si mortifiantes, que je crois ne pouvoir mieux faire que vous les communiquer, afin d'attirer sur nous la commisération soit publique, soit municipale.

Un point me frappe d'abord : selon Winkelmann et bien d'autres, tout tient au climat. Les Grecs furent philosophes, poètes, artistes, à cause de leur climat ; les Romains, idem. Or le climat est dans l'air, ou tout au moins l'air est dans le climat. Je vous le demande, Monsieur, que pouvons-nous être nous autres de la place Maurice, dans notre climat de Suif ? Tout au plus des fesseurs de chandelles ; n'est-ce pas profondément triste ?

Serons-nous poètes par exemple ? Nous ! Ah ! Monsieur ! Sur la place Maurice, vous rencontreriez plutôt vingt bourgeois se pinçant le nez, qu'un seul poète. En effet, réfléchissez. Pour nous, l'encens des fleurs, c'est, à ne pas s'y tromper, l'encens du suif ; le doux parfum de la violette, le parfum du suif ; l'air embaumé des prairies, le suif encore. Au printemps, quand la nature est si belle et si parée, nous voyons à la vérité les fleurs fraîches écloses..., mais en même temps nous sentons les bouts de chandelles, ce qui produit au cerveau une impression moitié fleur, moitié bout de chandelle, qui serait un monstre en poésie. Vous, Monsieur, qui faites avec tant d'agrément des paysages poétiques, gardez-vous de jamais vous venir camper ici. Pour des haranguos, sentir la lampe, c'est reçu ; mais pour des paysages poétiques, sentir le suif !... Pouah ! quel alliage !... Il ne faut pourtant rien exagérer. Nous avons quelques bons jours dans l'année : c'est quand la bise souffle fort, mais alors on ne peut sortir ; ou quand nous sommes en voyage, mais alors on n'est pas chez soi. Pour le reste du temps, nous sommes tenus de respirer le suif en doses et mesures fixées par nos seigneurs les fabricans de chandelles, à leur convenance et bon plaisir. C'est leur droit ; le nôtre, c'est de nous pincer le nez ; en quoi ils ne nous empêchent nullement ; car, au fond, ils sont les meilleures gens du monde et accomodans, pourvu qu'on les laisse faire. D'ailleurs, l'air est libre, disent-ils en fondant leur graisse.

L'air est libre ! Sans doute, mes bons messieurs (je leur dis ça chapeau bas depuis la balustrade), mais comment l'est-il ? Pour le respirer chacun, non pour l'empuantir chacun. Autrement, mes bons messieurs, la société ne serait pas tenable. Car supposez... Mais eux se moquent et chantant d'Agobert on trompant leurs mèches...

RODOLPHE TOEPFFER

(Extrait du journal "Le Fantasque", 15 février 1833)

Qu'aurait donc écrit cet honorable bourgeois, si son nez avait dû, de surcroît, endurer les effluves du moteur à explosion ?

Pour poser le problème de la pollution atmosphérique, il importe avant tout de le définir. Nous pouvons dire qu'il y a pollution atmosphérique chaque fois que l'air libre voit sa composition s'éloigner sensiblement de celle de l'air pur, par une modification, soit quantitative de l'un de ses constituants normaux, soit qualitative, avec l'apparition d'éléments anormaux.

On a défini 3 modes de pollution de l'air ambiant. L'air peut être souillé par :

- 1) des substances chimiques,
- 2) des microbes,
- 3) des corps radioactifs.

Bien que ces trois modes de contamination aient entre eux des liens certains, l'objet de notre thèse se limitera à l'étude de la pollution par les substances chimiques.

Nous n'avons pas la prétention, bien que nous restreignant à un secteur donné, de circonscrire tout le problème, et de beaucoup s'en faut.

Nous suivrons l'ordre qui nous paraît le plus logique pour cette étude :

- I. Les origines de cette pollution et les éléments qui la constituent.
- II. Les effets produits par elle.
- III. Les remèdes que l'on peut y apporter.



I. LES ORIGINES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET LES SUBSTANCES CHIMIQUES QUI LA CONSTITUENT

C'est le rassemblement des grandes collectivités humaines en des lieux trop restreints, et l'activité fébrile qu'elles y déploient, qui sont causes de la pollution. Autrefois, la majeure partie des populations vivait dans les villages et se consacrait aux travaux agrestes. Il y a 100 ans, une personne sur 80 vivait dans une ville de plus de 100.000 habitants; actuellement, cette proportion se restreint au chiffre de 1 sur 8. Et dans les pays dits très évolués à 1 sur 2.

Ces grandes collectivités se chauffent pour affronter les rigueurs de l'hiver, elles se chauffent... et cuisinent abondamment, pour bien se porter et pouvoir faire tourner leurs usines. Certaines de ces usines, soucieuses de progrès humain, se consacrent à la fabrication d'engins à moteurs destinés : d'une part, à ne pas perdre de temps (les attentes prolongées aux feux rouges et les stationnements forcés pendant les encombrements de la voie publique étant considérés comme négligeables); d'autre part, à transporter efficacement les tonnes et les tonnes de combustibles de toutes sortes dont Homo Sapiens a si grand besoin... Pour faire de la fumée...

Enfin, considérant que tout acte génial et méritoire se doit d'être glorifié, le citoyen vertueux compose des chansons :

Ami, entends-tu dans la ville
Siffler les machines et les trains...

Hélas, nous les entendons... et qui plus est, nous respirons.

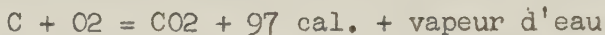
A. LES DECHETS DE COMBUSTION

Les combustibles gazeux, liquides ou solides employés par l'homme, émettent dans l'atmosphère ambiante des déchets gazeux, liquides ou solides.

Passons maintenant en revue les principaux déchets de combustion :

1. CO₂ et CO

Dans l'état actuel de nos moyens, c'est la combustion des dérivés carbonés qui restera durant de nombreuses années la source principale du chauffage et de l'énergie, l'élément ultime de cette combustion étant l'anhydride carbonique suivant l'équation de combustion complète :



Le gaz carbonique apparaît donc comme le vestige de toute combustion carbonée.

Mais un combustible n'est jamais pur et la combustion jamais parfaite, et nous obtenons dans ce cas :



Du reste, cet arrêt de combustion au stade d'oxyde de carbone (CO) est soit involontaire : cas des foyers mal réglés, soit volontaire : sidérurgie, industrie gazière, industries chimiques diverses...

Si nous parlons de densités, le gaz carbonique (CO₂) a une densité qui équivaut à 1 fois 1/2 celle de l'air. La densité de l'oxyde de carbone est de 0,97, donc très voisine de celle de l'air. Contrairement au gaz carbonique (CO₂), l'oxyde de carbone (CO) n'existe pas dans l'air pur. Ce gaz est très toxique et ne possède aucune odeur. Les accidents provoqués par l'oxyde de carbone sont bien connus des médecins.

2. LES DERIVES SOUFRES

Les combustibles contiennent des dérivés soufrés qui, par l'effet de la chaleur et de la combustion, peuvent dégager de l'hydrogène sulfuré (SH₂), gaz assez dense

(1,2), à odeur d'oeufs pourris caractéristique et très toxique.

Plus généralement par oxydation apparaîtra l'anhydride sulfureux (SO_2), gaz très dense (2,26), à odeur de soufre et très toxique également.

Les deux gaz précités sont peu stables dans l'air et donnent naissance par phénomène d'oxydation à de l'anhydride sulfurique (SO_3) qui, suivant l'humidité de l'atmosphère, se transformera plus ou moins rapidement en acide sulfurique (SO_4H_2).

3. AUTRES ACIDES FORTS

tels qu'acide chlorhydrique, fluorhydrique et oxyde d'azote se transformant en acide nitrique, peuvent être émis à la faveur de combustion, mais en proportion moindre que SO_4H_2 .

4. LES SUBSTANCES MINÉRALES

Les combustibles contiennent aussi une fraction plus ou moins importante de substances minérales fixes, c'est-à-dire non combustibles, qui forment les cendres. La partie la plus ténue de celle-ci est entraînée mécaniquement dans l'atmosphère par la violence du courant gazeux émanant des foyers (tirage). A cette catégorie se rattachent les résidus minéraux provenant de certains antidétonants ajoutés aux essences : le plomb tétraéthyle donnant naissance à de l'oxyde de plomb; d'autres poussières minérales issues de combustion telles que : dérivés de l'arsenic, du sélénium, du silicium, du fer, du chrome, du manganèse, du nickel, du vanadium, du beryllium.

5. HYDROCARBURES VOLATILES

de nature aromatique ou aliphatique, et leurs produits d'oxydation (aldehydes, cétones, acides, peroxydes...).

6. MERCAPTANS ET AMINES

qui sont d'odeur généralement désagréable.

7. LES SUIES ET AUTRES PRODUITS

qui, issues de combustions incomplètes, sont susceptibles de renfermer des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

8. POUSSIÈRES DIVERSES

telles que celles provenant de l'usure des routes goudronnées ou asphaltées, ainsi que des pneus de véhicules automobiles.

*
* *

B. LES TROIS PRINCIPAUX GÉNÉRATEURS DE POLLUTION

1) FOYERS DOMESTIQUES

Les foyers à usage domestique qui fonctionnent au charbon et au fuel, surtout quand leur tirage est insuffisant ou leur réglage incorrect, dégagent des composés sulfureux, de l'oxyde de carbone, et des cendres sous forme de poussières qu'on peut évaluer dans une agglomération comme Paris, et en plein hiver, à plusieurs centaines de tonnes par jour. D'autre part, d'après Wilkins, on peut estimer qu'une tonne de charbon brûlée dans un foyer domestique produit en moyenne deux ou trois fois plus de fumées, qu'une tonne de charbon brûlée dans les foyers industriels.

On est en droit de penser que, dans la région parisienne, les foyers domestiques représentent une proportion de fumées égale à la totalité de celles provenant de l'industrie et de la S.N.C.F.

Les foyers domestiques constituent en raison de leur nombre élevé une source de pollution considérable : des calculs ont permis de dire que 70% de la pollution sulfureuse au centre de Paris était issue des foyers domestiques.

Le dénombrement de ces foyers s'établit comme suit dans l'ensemble du département de la Seine :

	Paris	Banlieue
Installation de chauffage central individuel ou collectif	330.000	370.000
Cuisinières	340.000	650.000
Poêles divers	630.000	630.000

soit au total près de 3.000.000 d'appareils. La très grande dispersion des foyers domestiques répartis dans l'ensemble du département de la Seine (pris en exemple) constitue donc une source de pollution dont l'ampleur et l'importance ne doivent pas être sous-estimées.

L'Institut National des Statistiques Economiques a évalué que la pollution générale due aux foyers domestiques, dans le département de la Seine, est équivalente à celle produite par 2 millions de foyers utilisant le charbon pendant la période hivernale (les combustibles utilisés en fait étant le charbon, le fuel ou le gaz).

Si, partant de cette donnée, l'on estime que la consommation moyenne de chaque ménage est d'une tonne pour l'hiver, on en arrive à l'équivalent de deux millions de tonnes de charbon brûlées en une période de deux cents jours, soit :

10.000 tonnes par jour, ce qui, en tenant compte d'une teneur moyenne en soufre évaluée à 1%, constitue une production journalière de 200 tonnes d'anhydride sulfureux (le poids moléculaire du soufre étant de 32 grammes et celui de SO₂ s'élevant à 64 grammes).

En comptant 200 jours de chauffage également répartis, le SO₂ émis quotidiennement, de cette façon, est voisin de 390 tonnes. Cela veut dire qu'en été, l'émission moyenne est de l'ordre de 280 tonnes par jour et, en hiver, d'au moins 670 tonnes.

2) FOYERS INDUSTRIELS

Malgré l'importance des chiffres que nous venons de citer, nous aurions tort cependant de sous-estimer la nocivité des foyers industriels. Ceux-ci sont responsables de 30% des émissions sulfureuses au centre de Paris. Les chemins de fer, les stations centrales thermiques des grandes industries métallurgiques ou mécaniques éliminent notamment par leurs cheminées des gaz CO_2 , CO , SO_2 , des fumées et des tonnes de poussières sous forme d'aérosols.

Les causes de ces émissions sont bien connues : alimentation insuffisante des foyers en air secondaire, chaudières trop faibles, à marche trop poussée, entraînant des charges fréquentes, massives, et une température exagérée des fumées, ramonages trop espacés ou trop sommaires, chauffeurs peu expérimentés, enfin combustibles mal appropriés à la nature du chauffage.

Les centrales thermiques, malgré les soins apportés à la combustion et aux dispositifs de dépoussiérage des produits propagés par les cheminées, contribuent largement à la pollution. Comme le rapporte le Professeur Queveauviller, une centrale thermique de moyenne importance brûle avec son charbon jusqu'à 500 tonnes de soufre par mois, soit 1.000 tonnes d'anhydride sulfureux, ce qui peut produire jusqu'à 50 tonnes d'acide sulfurique par jour, auxquelles il faut ajouter 250 tonnes de cendres dont 50 se dispersent dans un rayon de 5 km alentour.

Il n'est donc pas surprenant de constater qu'à Paris même, la teneur des eaux de pluie en sulfate est de 3,5 mg par litre; elle est de 20 mg à Gennevilliers et de 27,5 mg à Aubervilliers.

Mais il existe d'autres fumées industrielles que celles de combustion des gaz, des poussières et autres produits nocifs : les cimenteries, les fours métallurgiques, les fonderies. Un four de cimenterie, produisant une moyenne de 400 tonnes par jour de ciment, évacue par sa cheminée, dans le même temps, 15 tonnes de poussières.

Dans l'électrométallurgie de l'aluminium, on facilite la fusion de la bauxite par addition de cryolithe ou fluoroaluminate de sodium. Une partie importante de cryolithe est vaporisée dans le four à électrolyse; elle est

entraînés avec les gaz et fumées et condensée au dehors en poussières ténues.

Comme la production d'une tonne d'aluminium peut vaporiser 30 kg de cryolithe, on voit que si l'effluent n'est pas soigneusement épuré, la pollution aux abords des usines importantes peut être massive.

A ce dégagement s'ajoutent des fumées de fluorures d'aluminium ou d'acide fluorhydrique qui ont des inconvénients analogues.

On retrouve le danger des poussières et des vapeurs fluorées dans la fabrication des superphosphates à partir des phosphates naturels ou des os riches en fluorures.

La plupart des industries métallurgiques utilisant des feux de forge, des fours à combustibles solides ou liquides, ou même des fours électriques, sont génératrices de fumées poussiéreuses. Celles-ci sont formées d'oxydes métalliques, d'oxydes d'arsenic ou d'antimoine, de scories argileuses ou silicatées, de sels de manganèse, de titane, etc.

Les fonderies de récupération de vieux métaux et alliages recouverts de peintures et d'enduits divers, la récupération des crasses de fonderies, de même que toutes les opérations de concassage, broyage, pulvérisation, trituration, tamisage, blutage de substances minérales ou organiques, la torréfaction des graines, la nébulisation de liquides salins ou colloïdaux, le dépôt et le transport sans précautions de substances plus ou moins pulvérulentes, le cardage, le battage, l'épilation, le rasage de matières d'origine végétale ou animale, sont également sources de particules dont la nuisance ne fait pas de doute.

De même, le polissage, le ponçage, le sablage, l'émaillage et le vernissage à l'aérographe sont, avec l'extinction du coke et l'incinération des ordures ménagères, de gros pourvoyeurs de poussières.

C'est ainsi qu'en montagne, il ne tombe qu'une quantité négligeable de poussières; une expertise a montré qu'à la campagne, le sol en recueille 3 kg, en ville 20 kg, en zone industrielle 60 kg pour 100 m² et par mois.

3) LES ENGINS A MOTEURS

L'une des contaminations qui importe le plus aux citadins est celle que leur procure la circulation automobile et tous les engins à moteur. Il résulte des constatations du Laboratoire municipal de la Préfecture de Police, qui s'occupe tout particulièrement de cette question sous l'égide de MM. H. Moureu, P. Chovin, L. Truffert et T. Lebbe, que l'oxyde de carbone dégagé a augmenté de 50% en trois ans dans les artères les plus fréquentées de Paris.

Les gaz d'échappement des moteurs sont le produit de la combustion plus ou moins complète de l'essence ou du gaz oil utilisés comme combustibles et des huiles utilisées comme lubrifiants. Tous ces hydrocarbures présentent des impuretés dont la principale est le soufre. La teneur tolérée par les décrets en vigueur étant de 0,2% pour l'essence et de 1% pour le gaz oil, on ajoute aussi à l'essence divers produits destinés à améliorer certaines de ses qualités, notamment l'éthylfluide (à base de plomb tétraéthyle, de bromure et de chlorure d'éthylène).

Après combustion dans le moteur, on trouve dans les gaz d'échappement, à côté des produits normaux de combustion complète (azote, gaz carbonique, vapeur d'eau), un certain nombre de corps toxiques provenant aussi bien d'une combustion incomplète du combustible et de l'huile de graissage (oxyde de carbone, suies, hydrocarbures imbrûlés, peroxydes d'azote, etc...) que la présence d'impuretés (gaz sulfureux) et de produits d'addition (plomb, brome, chlore).

Sans vouloir minimiser l'influence de plusieurs des produits nocifs ainsi répandus dans l'atmosphère, il demeure certain que, parmi eux, l'oxyde de carbone constitue l'un des plus caractéristiques, tant par son abondance que par sa toxicité; la présence de ce corps dans une atmosphère incriminée constitue alors un des indices les plus sûrs de son degré de pollution.

Pour le moteur à essence, les proportions d'oxyde de carbone que l'on trouve dans les gaz d'échappement varient beaucoup avec son régime.

Alors qu'en accélération, on ne décèle pratiquement pas d'oxyde de carbone, le pourcentage en volume est de 0,4 en marche normale, de 1,5 en décélération pour atteindre le taux important de 3,6 au ralenti. Or, des expériences précises ont montré que, dans une agglomération présentant des difficultés moyennes de circulation, le temps passé au ralenti et en décélération est, pour un parcours type de 60 km, de l'ordre de 36%, durant lequel les gaz d'échappement vont être particulièrement nocifs.

En ce qui concerne le moteur Diesel, l'analyse des gaz d'échappement, pour un moteur à quatre temps tournant sans charge à 800 tours minute, indique que la quantité d'oxyde de carbone émise n'est que de 0,1% en volume. Mais, dès qu'il y a dérèglement accidentel du système d'injection, ou volontaire (par utilisation d'un mauvais combustible, excès de gaz oil ou marche en surcharge), la composition des gaz d'échappement se modifie et la fumée dense qui apparaît aussitôt présente un très fort pourcentage de la teneur en oxyde de carbone.

Quoi qu'il en soit, il est certain que le facteur essentiel de contamination est constitué par l'oxyde de carbone, agent particulièrement nocif et insidieux qui se fixe dans le sang en formant la carboxyhémoglobine.

Le Conservatoire National des Arts et Métiers a établi que :

- Le moteur à essence d'une 4 CV, par exemple, dégage un peu plus de 0,6 m³ de CO à l'heure,
- Celui d'une 11 CV dégage 1,5 m³ de CO à l'heure,
- Un moteur Diesel de 85 CV, 0,350 m³ de CO à l'heure.

On voit donc bien, une fois de plus, l'importance de la pollution occasionnée par les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Cette cause prend toute son importance quand on considère l'énorme concentration de véhicules dans les agglomérations, qu'on peut chiffrer, dans le département de la Seine, à 1.200.000 véhicules à quatre roues et 200.000 motocyclettes et vélomoteurs.

Considérant la gravité croissante de ce problème, le Laboratoire Municipal de la Préfecture de Police a donc

été amené pendant plusieurs années à procéder dans Paris à des prélèvements systématiques d'air assortis de dosages d'oxyde de carbone dans le sang des citadins.

En 1959, 2.340 déterminations ont été effectuées uniquement pour Paris. Elles indiquent une élévation très nette de la teneur moyenne en oxyde de carbone dans les voies les plus fréquentées de la capitale, pouvant présenter un risque certain pour les "travailleurs de la rue" jusqu'à la hauteur du premier étage des immeubles et se trouver aggravée pour les conducteurs de véhicules et leurs passagers.

Pour Paris, la moyenne générale des déterminations se situe en 1959 à 14,8 p.p.m. (partie par million) d'oxyde de carbone alors qu'elle était de 10 p.p.m. en 1956. Elle accuse donc, comme il a été indiqué ci-dessus, une augmentation de l'ordre de 50% en trois ans, qui évolue bien dans le sens de l'élévation continue de l'activité générale de la circulation automobile. Cette moyenne générale est cinq fois plus élevée que celle observée en banlieue dans les mêmes conditions.

Par contre, il est intéressant de noter que dans les jardins, tels que ceux du Luxembourg et du parc Monceau, la teneur en oxyde de carbone tombe à environ 3 p.p.m., c'est-à-dire qu'elle est cinq fois moins élevée que dans les voies de Paris.

*
**

C. CONSTATATIONS D'ENSEMBLE

Pour donner une vue d'ensemble des trois modes principaux de pollution, nous soumettons ici les divers résultats enregistrés dans la région parisienne et obtenus selon des méthodes standardisées par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris, à partir des travaux du Docteur Coin, de M. Pelletier et collaborateurs :

- Au centre de Paris, l'acidité totale de l'air (anhydride carbonique) est minimum en Juillet-Août et maximum en hiver.

- L'acidité forte (anhydride sulfureux) connaît les mêmes variations saisonnières. On n'observe souvent en été que des traces presque nulles. Les moyennes mensuelles montrent que l'acidité forte est plus abondante en hiver dans le 16^e arrondissement que dans les autres arrondissements, cette anomalie provenant sans nul doute de la prédominance des chaufferies au mazout dans ce secteur.

Les quartiers les plus enfumés sont la porte de la Chapelle et Belleville.

La pollution au sommet de la Tour St-Jacques est d'environ 10% moins forte qu'à la hauteur d'un 3^eme étage.

Les mesures fournies par l'analyse des eaux de pluie et des résidus recueillis dans les jauges d'OWEN (appareil très utilisé pour la détection et la mesure de la pollution) se rapportent principalement à l'empoussièrement de la capitale, où il est récolté une moyenne de 55 kg de poussières par hectare et par mois.

Compte tenu des facteurs météorologiques, on peut tirer des observations sus-indiquées l'interprétation suivante :

a) Le cycle annuel des indices prouve l'effet prédominant du chauffage domestique dans la pollution sulfureuse et particulaire à Paris. Toutefois, il ne semble pas qu'il en soit ainsi pour certaines zones industrielles de banlieue, Saint-Denis notamment, en ce qui concerne la pollution sulfureuse tout au moins.

D'autre part, c'est un fait qu'en été, alors que le chauffage des habitations n'entre plus en ligne de compte, la teneur de l'air du centre de Paris en gaz carbonique reste régulièrement plus élevée que celle de la campagne à la même époque.

En conséquence, ne restent plus en cause que : la pollution de l'air résultant de la respiration des citadins, des établissements industriels et publics et enfin, la circulation automobile. Compte tenu des deux premières sources, il est possible de calculer la part due à la circulation automobile.

Le bilan des différentes sources de pollution au centre de Paris peut s'établir comme suit :

Elément	Sources de pollution	PROPORTIONS MOYENNES EN %	
		Eté	Hiver
CO2	Chauffage domestique	0	50
	Circulation automobile	70	35
	Foyers industriels	30	15
SO2	Chauffage domestique	0	80
	Circulation automobile	80-90	20
	Foyers industriels	10-20	qqs %
Fumées	Chauffage domestique	0	60-65
	Circulation automobile	60-80	28-30
	Foyers industriels	20-40	10-15

Il découle par ailleurs de constatations faites au cours des cinquante dernières années que la pollution carbonée à Paris a triplé et que 45% de cette augmentation paraissent attribuables à la circulation automobile.

Le chauffage domestique est responsable de 70% environ de la pollution sulfureuse, le reste étant imputable à l'industrie.

b) Il existe également un cycle hebdomadaire de la pollution atmosphérique, avec un maximum au début de la semaine et un minimum le dimanche, l'amplitude de la variation étant en général de l'ordre de 25%. Ce cycle est tributaire de l'industrie et de la circulation automobile.

c) Le cycle journalier est plus complexe : il dépend en partie des variations d'activité des sources de pollution, mais aussi des facteurs météorologiques (phénomène du type inversion de température).

Ces derniers sont en effet très importants et leur action peut diminuer ou accroître dans des proportions considérables la pollution, bien que l'activité des sources polluantes soit restée inchangée.

*
* *

D. INFLUENCE DES FACTEURS METEOROLOGIQUES

Les facteurs météorologiques interviennent de façon notable dans le degré de pollution de l'air, et la nocivité de l'atmosphère.

La direction et la vitesse des vents, la variation de la température, du degré hygrométrique et la pression barométrique, la formation de brouillards jouent un rôle considérable dans la dispersion des poussières et sont de nature à modifier sensiblement le degré d'agressivité des substances en suspension dans l'air.

Le phénomène dit de "l'inversion" de la température joue ici un rôle considérable; c'est en effet lui qui est à l'origine de la concentration des facteurs de pollution, laquelle est responsable des accidents les plus graves tels que le "smog" homicide de Londres en décembre 1952. 4.000 décès dûment constatés en quelques jours (le terme SMOG, étant la contraction de SMOKE et FOG, signifie à la fois fumée et brouillard).

Ce phénomène se produit en hiver notamment, lorsque la température des couches supérieures de l'air atmosphérique devient plus élevée que celle de l'air qui se trouve en contact avec le sol; l'ascension normale de ces dernières couches vers la haute atmosphère ne peut alors plus se produire, ce qui entraîne une forte accumulation des produits nocifs au niveau du sol.



II. LES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

A. EVOLUTION HABITUELLE DES SUBSTANCES POLLUANTES

Après la phase d'émission, les éléments polluants sont dispersés et dilués dans l'atmosphère où ils subissent des transformations physiques par voie d'absorption, d'adsorption, de dissolution, de coalescence, et des transformations chimiques par réaction sur le milieu ou entre eux.

La phase terminale de ce processus est un retour vers le sol, la végétation, les bâtiments, les objets, et une fixation définitive sur ceux-ci.

Le cycle de la pollution atmosphérique comporte trois phases :

1. PHASE D'EMISSION

Les polluants présentent généralement une concentration assez élevée et provoquent, en premier lieu, la corrosion des appareils et des installations où ils prennent naissance, ainsi que les conduites par lesquelles ils sont évacués dans l'atmosphère. Si l'étanchéité de ces installations est insuffisante, ils pourront nuire à la santé des personnes séjournant près de celles-ci. Les intoxications peuvent être aiguës ou insidieuses suivant l'importance de ces défauts.

2. STADE DE SUSPENSION DANS L'ATMOSPHERE

A ce stade, le polluant peut être agressif dans certaines circonstances vis-à-vis des êtres vivants : hommes, animaux, végétaux, et surtout des organismes pour lesquels l'inspiration mécanique de l'air est une nécessité

vitale. C'est là que les répercussions de la pollution sur l'état sanitaire de l'ensemble d'une population sont les plus sensibles (brouillards de la Meuse, de Donora, de Londres...).

La diffusion et la dilution des polluants dépendent en grande partie des facteurs météorologiques.

Cependant, les phénomènes d'intoxication seront plus rares que dans la phase d'émission et présenteront des symptômes assez mal définis. Par contre, ils apparaîtront sous un caractère collectif pouvant atteindre un nombre élevé d'individus.

3. PHASE DE SEDIMENTATION

La phase de sédimentation correspond à la fixation irréversible des polluants sur le sol, les objets, les monuments, les végétaux.

C'est le stade de la disparition de la pollution atmosphérique : par sédimentation des particules après leur coalescence, par entraînement ou dissolution par les pluies.

L'évolution des éléments polluants va donc se traduire de façon concrète par des dommages causés aux monuments, habitations, biens de toutes sortes, et par des effets non moins importants sur la physiologie animale et végétale.

Dans la région parisienne, les aviateurs qui décollent de Villacoublay constatent, en survolant Paris, une véritable "boue atmosphérique" constituée par des quantités infinies de particules infra-microscopiques qui absorbent une bonne partie du rayonnement solaire.

L'ultraviolet est presque totalement absorbé et il est bien connu que l'on ne brunit pas au soleil de Paris. La carence de rayons à courte longueur d'onde affaiblit considérablement le pouvoir bactéricide du rayonnement solaire.

Le Docteur Besson, qui a bien étudié ces phénomènes, estime que la transparence de l'air de Paris est passée de 70% en l'été de 1895 à 50% en 1930. Le nombre de jours de brouillard pendant la même période est passé annuelle-

ment de 90 à 150. Tandis qu'à Châteaudun, ville située à 140 km de la capitale et dont le climat est très voisin de celui de Paris, le nombre des jours de brouillard reste à peu près le même.

L'insolation a diminué d'environ 25% depuis le début du siècle, ce qui nuit aux réactions biologiques de photosynthèse si précieuse pour la santé des êtres vivants.

*
* *

B. EFFETS SUR LES MONUMENTS ET HABITATIONS

La couche de suie déposée sur la façade des immeubles qui entourent certaines grandes gares parisiennes ou les grands dépôts de locomotives à vapeur comme celui de la Chapelle sont des témoins éloquents de la pollution permanente de l'air, provoquée par les gaz et les fumées issues des locomotives. Il en est de même des plus beaux monuments qui sont défigurés par l'enduit noirâtre goudronneux qui se dépose à leur surface tandis que, sous l'effet de l'acidité de l'air, les pierres généralement calcaires subissent des attaques plus insidieuses.

La cathédrale Notre-Dame, la Sainte Chapelle, Cluny, le monument aux morts de Bartholomé au Père-Lachaise ont subi de graves altérations de cette nature, qui constituent des dommages énormes au point de vue artistique et au point de vue économique (la cathédrale de Paris fait l'objet de réparations incessantes qui, chaque année, nécessitent des dizaines de millions).

Les toitures en zinc sont atteintes par l'action de l'anhydride sulfureux; alors qu'au début du siècle, une toiture pouvait faire un usage de vingt à trente années, il est devenu maintenant indispensable de la réviser après cinq ou dix ans.

Le fer et même la fonte sont aussi attaqués, ainsi qu'en témoignent les bassins de la place de la Concorde.

Enfin, on peut dire que tous les biens sont exposés à des degrés divers aux effets de la pollution et que, plus ou moins directement, ces effets entraînent des pertes financières élevées.

C. EFFETS ECONOMIQUES DIVERS

Il faut enfin signaler les dégâts sur le linge, les vêtements, les peintures et teintures murales.

On mesure, dans ces conditions, combien sont importantes les répercussions économiques de ces dégâts.

En Grande Bretagne, où la pollution atmosphérique est particulièrement importante par suite d'une grande concentration industrielle et de conditions climatiques favorables à une oxydation rapide de l'anhydride sulfureux, les pouvoirs publics se sont préoccupés depuis longtemps de ce fléau.

Le rapport du "Comité de la pollution de l'air" (BEAVER COMMITTEE), qui fonctionne en Grande Bretagne, estimait que les dégâts entraînés par les foyers industriels et les foyers domestiques pouvaient se chiffrer à 152 millions de livres par an, auxquelles il faut ajouter le manque à gagner provoqué par la perte de rendement due au mauvais état de santé des ouvriers et au climat défavorable, soit 100 millions de livres représentant un total de plus de 250 millions de livres.

*
* *

D. EFFETS SUR LES PLANTES

Les troubles apportés dans la végétation par les pollutions atmosphériques importent aussi aux hommes par leur répercussion sur la production végétale et par leurs effets sur les espaces verts, si nécessaires pour maintenir en bon état la santé morale et physique des citoyens.

Dans les villes, des poussières de toutes natures, les cendres des foyers, se déposent sur les plantes. Quand ces poussières sont accompagnées de matières grasses provenant notamment de pétroles imbrûlés, elles adhèrent fortement aux surfaces qu'il est difficile de nettoyer par lavage et que n'entraînent pas non plus le lessivage naturel par la pluie.

Chez les plantes à feuilles persistantes, celles des résineux par exemple, exposées dans les villes à des atmosphères enfumées et brumeuses, on observe fréquemment des troubles plus ou moins graves : la surface des feuilles devient noire, les stomates (ces petits orifices par lesquels se font les échanges respiratoires et photosynthétiques) restent obstrués par les poussières grasses, et les végétaux atteints sont de vigueur faible ou déclinante.

Place du Président Mithouard, devant l'église de Saint-François Xavier et place d'Italie, à Paris, sont plantés des paulownias. Le cycle normal de floraison s'est renouvelé régulièrement jusqu'en 1927. Mais, à partir de cette date et jusqu'en 1940, on a vu les boutons floraux tomber de plus en plus nombreux par terre, juste avant l'épanouissement des fleurs, au point qu'en 1939, les paulownias ne refleurissaient pour ainsi dire plus.

De 1940 à 1947 au contraire, période pendant laquelle la circulation automobile était très réduite et l'atmosphère, par conséquent, peu chargée en oxyde de carbone, on a vu les paulownias fleurir normalement. En 1947, la floraison a cessé à nouveau par suite de la chute massive des boutons floraux, et ce phénomène de chute des boutons continue depuis lors.

*
* *

|| E. EFFETS SUR L'HOMME

1. CONSIDERATIONS PATHOLOGIQUES

Il y a bien longtemps que la suie est reconnue comme une substance cancérigène, et c'est en 1755 que Sir Percival Pott réussit à montrer l'apparition de cancers du scrotum chez les "climbing boys" (cancer des jeunes ramoneurs).

Des publications américaines, britanniques et russes ont montré l'action de SO₂ sur les organes respiratoires, le système circulatoire et les yeux. Alors que les cher-

cheurs anglais et américains ont étudié plus spécialement ses effets sur les poumons, principalement chez les enfants, les savants russes ont observé une adaptation accrue de l'oeil à l'obscurité. Suivant des renseignements donnés par le ministère suédois de la Santé, un membre de ce ministère a décelé des cas de paralysie de certains organes des voies respiratoires lorsque la teneur en SO₂ augmente. Comme cependant la limite toxique de SO₂ est, pour les hommes et les animaux, légèrement plus élevée que pour les plantes, les effets sur ces dernières peuvent être considérés comme critère des effets dus à SO₂.

Le Laboratoire d'Hygiène de la Préfecture de Police de Paris s'occupe particulièrement de la pollution due à l'oxyde de carbone et occasionnée par les véhicules à moteurs. Cet oxyde de carbone, il n'est pas besoin de le rappeler, constitue pour l'homme un toxique redoutable, qui, en se fixant sur le sang sous forme de carboxyhémoglobine, se substitue à l'oxyhémoglobine.

Il existe fort heureusement dans le sang un état d'équilibre auquel participent la carboxyhémoglobine et l'oxyhémoglobine, qui détruit progressivement la combinaison nuisible au profit de l'utile lorsque cesse l'inhalation d'oxyde de carbone, ramenant ainsi, sous l'influence de l'oxygène, le sang à une composition normale. Mais si le sujet continue à respirer régulièrement, pendant des semaines et des mois, un air chargé même à faible teneur en oxyde de carbone, le phénomène de régénération de l'oxyhémoglobine ne se fait plus et l'oxycarbonémie épisodique peut devenir de l'oxycarbonisme chronique.

Grâce à un appareillage spécial (cela a déjà été dit plus haut), il a été procédé dans Paris, en 1959, à des milliers de prélèvements d'air systématiques. Les résultats de ces prélèvements ont permis de délimiter un certain nombre de zones dans Paris selon l'importance de la pollution oxycarbonée qu'on y rencontre.

Les teneurs trouvées sont exprimées en p.p.m. (parties par millions en volume).

Indiquons dès à présent que des teneurs jusqu'à 10 p.p.m. sont sans action nocive et que ce n'est qu'à partir de 100 p.p.m. que, pour des expositions de courte durée, certains troubles légers peuvent se manifester.

Pour aussi indispensables et instructifs que puissent être les prélèvements d'air systématiques en vue de surveiller la pollution d'une ville, seule la mise en évidence de la quantité d'oxyde de carbone présente dans le sang d'un citadin constitue la démonstration irréfutable de l'imprégnation recherchée.

Deux expériences destinées à mettre en évidence une telle imprégnation oxycarbonée chez des sujets astreints à séjourner sur la voie publique ont été réalisées sur le thème suivant : 36 volontaires, tous non-fumeurs, ont été placés à deux reprises, le 15 et le 22 janvier 1957, durant 3 heures consécutives, sur des voies ou à des carrefours où la circulation automobile était particulièrement intense.

La première expérience eut lieu par un vent assez violent (20 à 30 km/H) qui soufflait du Nord-Est et dispersait rapidement les gaz d'échappement des véhicules automobiles, alors que les conditions météorologiques régnant lors de la seconde expérience étaient beaucoup plus favorables à une exposition à ces gaz car, depuis plusieurs jours, le vent était presque nul, avec une légère tendance à la brume. Les moyennes des résultats obtenus, tant sur les prises de sang que sur les échantillons d'air s'établissent comme suit :

	Teneur moyenne de l'air en CO exprimé en p.p.m.	Teneur moyenne du sang en CO en ml pour 100 ml	
		Avant	Après
15 janvier	8	0,34	0,51
22 janvier	26	0,54	0,71

Le sang humain étant considéré comme normal tant qu'il ne renferme pas plus de 0,4 pour cent d'oxyde de carbone, on a noté dans les deux cas une élévation de l'oxycarbonémie cependant beaucoup plus nette dans le deuxième cas où le vent ne dispersait pas les gaz d'échappement des voitures. Cependant, chez aucun des sujets testés, le seuil d'alerte que l'on peut fixer arbitrairement à 1% n'a été atteint.

Il a d'autre part été possible d'examiner, du point de vue de l'oxycarbonisme, 136 échantillons de sang prélevés, en application de la loi du 15 Avril 1954 relative à la lutte contre l'alcoolisme, sur des conducteurs de véhicules automobiles ayant causé un accident ou commis un délit.

Le seuil d'intoxication ayant été fixé à 1 ml, on constate que 14% seulement des conducteurs mis en cause présentent une oxycarbonémie normale, contre 54% d'un groupe de 4507 personnes volontairement examinées et ne conduisant pas de véhicules. Le seuil d'intoxication (1 ml) est dépassé chez environ 50% des conducteurs précités au lieu de 15% environ pour l'autre catégorie.

Chez 15% des conducteurs ayant dépassé le seuil de 1 ml, on a relevé des taux excédant 2 ml d'oxyde de carbone, et l'on a même trouvé un sujet atteignant de façon exceptionnelle 8,8 ml.

Ces résultats statistiques apportent la preuve qu'il existe un risque certain d'intoxication oxycarbonée chez les conducteurs de véhicules automobiles se déplaçant dans les agglomérations urbaines où la circulation est importante, et l'on peut considérer comme particulièrement dangereux les dispositifs de ventilation ou de chauffage qui, en définitive, réalisent dans une file la captation des gaz d'échappement de la voiture qui précède. Il apparaît en outre que cette imprégnation oxycarbonée peut augmenter les risques d'accidents si, de surcroît, elle vient s'ajouter à une imprégnation éthylique insuffisante pour provoquer à elle seule des troubles du comportement.

Il serait donc souhaitable que les biologistes, désignés en application de la loi du 15 avril 1954, pour effectuer le dosage de l'alcoolémie, pratiquent également celui de l'oxyde de carbone et que soit mise à l'étude une réglementation prévoyant les conditions pratiques dans lesquelles le médecin expert doit tenir compte de l'ensemble des résultats.

Autre problème qui prend de plus en plus d'ampleur : celui du cancer du poumon. Les statistiques, publiées dernièrement par le Conseil de recherches médicales britanniques, ont établi que le pourcentage des décès dus au

cancer du poumon chez les non-fumeurs était de 131 pour 100.000 habitants des villes, contre 14 pour 100.000 habitants des campagnes seulement. Cette augmentation est due sans aucun doute à la pollution de l'air des villes et en particulier au développement des véhicules à moteurs dont les gaz d'échappement contiennent du 3.4 Benzopyrène.

Comme on l'a calculé au Canada, on sait maintenant que le cancer du poumon est cinq fois plus fréquent chez les conducteurs de locomotives à vapeur que dans le reste de la population. On sait aussi que cette localisation pulmonaire du cancer s'est accrue de 10 à 15 fois au cours de ces 15 dernières années dans les pays fortement industrialisés.

Si l'on considère que l'air est l'aliment le plus fondamental de l'homme, et qu'il en absorbe chaque jour en moyenne 12 m³, soit un peu plus de 15 kg, on peut se faire une idée de la quantité d'impuretés qui viennent en contact avec l'épithélium pulmonaire.

Et, selon les effets de sommation des composés cancérigènes mis en évidence par Duckrey et ses collaborateurs, les effets produits par les plus petites doses d'une substance cancérigène paraissent, selon les auteurs, être irréversibles et s'ajouter sans aucune perte lorsqu'ils sont répétés. Cette notion est très importante dans le cas qui nous occupe.

Comme source des composés cancérigènes dispersés dans l'atmosphère, nous retiendrons les suies formées dans la combustion incomplète des matériaux alimentant les foyers domestiques ou industriels, ainsi que les foyers des locomotives sur les lignes de chemin de fer non encore électrifiées.

Nous mentionnerons ensuite, en soulignant que leur quantité s'accroît chaque jour, les imbrûlés rejetés avec les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Nous noterons enfin les poussières produites par l'usure des pneus des véhicules et par l'usure de la route elle-même, lorsqu'elle est goudronnée.

De nombreuses expériences sur les animaux confirment ce point de vue. Le pouvoir cancérigène des suies fut prouvé expérimentalement, soit en badigeonnant d'une façon

répétée la peau de petits animaux avec des extraits de ces suies, soit en leur injectant ces extraits, soit en les exposant pendant de longues périodes à l'inhalation d'une atmosphère polluée.

Le pouvoir cancérigène de poussières récoltées dans diverses grandes villes fut démontré par des procédés analogues. Dès 1942, Leiter, Shimkin et Shear observèrent des sarcomes au point d'injection chez 8% des souris ayant reçu une injection sous-cutanée de 50 mg d'extrait obtenu à partir de poussières récoltées dans différentes villes des Etats-Unis, les tumeurs apparaissant entre 5 à 16 mois après l'injection.

La même année, Donald et Woodhouse constatèrent une augmentation notable de l'incidence des cancers pulmonaires chez des souris exposées à des inhalations prolongées de poussières atmosphériques, par rapport à des animaux témoins.

Le Professeur Truhaut a pu observer le développement d'épithéliomas spinocellulaires chez des souris qui avaient été badigeonnées pendant plusieurs mois avec une solution acétonique d'extraits de poussières récoltées à Paris.

A l'issue du "Symposium sur les problèmes épidémiologiques posés par la pollution de l'air", qui s'est tenu à Copenhague du 13 au 16 Décembre 1960, sous l'égide de l'Organisation mondiale de la Santé, le Docteur Coin, qui y assistait en tant qu'expert français, donne le compte rendu suivant :

"Faisant suite au Congrès de Milan de 1957 et sur la base de données nouvelles recueillies par deux consultants itinérants, vingt experts de 14 pays d'Europe orientale et occidentale se sont réunis à Copenhague en décembre dernier. Parmi les nombreux problèmes épidémiologiques posés par la pollution de l'air, deux principalement ont retenu leur attention.

Les atteintes pulmonaires allant de la gêne respiratoire au cancer, pour lequel la pollution de l'air jouerait un rôle aussi important que le tabac, sont l'objet de travaux statistiques dans plusieurs pays, Norvège et Grande Bretagne notamment. L'évaluation de la mortalité attribuée aux épisodes de brouillard à Londres permet d'établir un seuil au-dessus duquel "un brouillard provoquera un accroissement immédiat et marqué de la mortalité". La morbidité est recherchée d'après des bases d'indices dont la plus sensible, reposant sur les opinions subjectives de bronchiteux non-hospitalisés, conduit à des corrélations certaines.

Les effets de la pollution de l'air sur l'organisme de l'enfant, d'après le rapport tchèque, sont observés grâce à des indicateurs appropriés : développement, examens sanguins détaillés, systèmes respiratoire et nerveux, métabolisme, immuno-réactivité. Ainsi peuvent être décelés des états pathologiques évolutifs en phase réversible pour lesquels une action médicale et sociale est encore possible."

*
* *

2. LES GRANDS SINISTRES CONNUS

Quand le degré de pollution est particulièrement important et que, de plus, il s'associe à des conditions atmosphériques favorables à sa stagnation, nous assistons impuissants à de graves accidents :

1) Brouillard de la Meuse (à Huy), 1er au 5 décembre 1930 : 60 morts.

2) Donora (Pennsylvanie), 27 au 31 octobre 1948 : 18 morts.

3) Mais, de loin, l'accident le plus tragique fut le smog de Londres en décembre 1952, qui provoqua plus de 4.000 décès.

Malgré ce grand malheur qui s'abattit sur leurs concitoyens, les experts londoniens ont accumulé renseignements et statistiques précis qui permettent, aujourd'hui, de se faire une idée très exacte du sinistre. Ce rapport, qui s'intitule "Mortality and Morbidity during the London fog of December 1952", a été établi par un comité de conseillers et experts départementaux du ministère de la Santé publique.

Considérant que ce rapport est le plus considérable et le plus complet que l'on connaisse à l'heure actuelle, nous avons voulu le reproduire ici dans ses grandes lignes, en essayant de le traduire le plus fidèlement possible.

LE SMOG DE LONDRES (décembre 1952)

A. ETUDE SUR LA MORTALITE

La grande majorité des décès qui survinrent pendant le grand brouillard de Londres ont été enregistrés dans la semaine du 6 au 13 décembre 1952. Le taux de mortalité resta cependant élevé dans la semaine du 13 au 30 décembre.

Si l'on compare maintenant la semaine du 6 au 13 décembre 1952 à la même semaine de l'année précédente, on compte respectivement 4.800 décès en 52 pour 1.400 décès en 51.

Selon Logan, on peut assurer de façon raisonnable que, dans cette semaine du 6 au 13 décembre 52, sur 4.800 décès dénombrés, on peut en attribuer 4.000 au "fog".

Dans le même temps, la concentration maximum de SO₂ dans l'air relevée le 8 décembre 52 atteignait 1,34 p.p.m. (County hall). Le même prélèvement fait le même jour, le même mois, mais de l'année précédente, donnait comme concentration de SO₂ un chiffre variant entre 0,07 et 0,23 p.p.m.

Tout en étudiant les effets du brouillard de Décembre, Wilkins (1954) a attiré l'attention sur une deuxième courbe de mortalité établie pendant les mois de Janvier et Février 1953, mois durant lesquels sévissait une épidémie de grippe à Londres.

Voici les chiffres :

- Pendant le grand "fog" (6 au 13 décembre 52), on compta 4.800 décès dont 900 dans la journée du 8 et autant dans la journée du 9.

- Une semaine moyenne de grippe (janvier et février 1953) entraîna un chiffre maximum de 3.000 décès.

Il a fait cependant remarquer très justement que, bien qu'établis pendant l'épidémie de grippe, un certain nombre de décès de cette courbe devaient être attribués à la pollution atmosphérique (d'une part à cause des effets secondaires du fog de décembre, d'autre part à cause d'une seconde poussée de pollution atmosphérique pendant cette période de janvier à février 1953).

Il est connu que le nombre de décès en excès du mois de décembre fut attribué à des affections respiratoires et cardiaques, et il est possible qu'un grand nombre de malades, dont l'état s'est aggravé pendant le mois de décembre, décédèrent dans les deux mois qui suivirent.

Il a été établi, d'autre part, que dans cette même semaine du 6 au 13 décembre 52, ce chiffre de 4.800 décès fut le même que dans 160 grandes villes anglaises (d'au moins 50.000 habitants) réunies.

Les données statistiques qui vont suivre ont été établies pour le "Grand Londres" sans les banlieues, dans la semaine du 6 au 13 décembre 1952 (le chiffre de 4.800 correspondant au Grand Londres plus la banlieue).

a) TAUX DE MORTALITE PAR AGE

au-dessous de 1 an	2%
1 à 44	5%
45 à 64	26%
au-dessus de 65	67%

b) DIAGNOSTIC DES DECES

Tuberculose pulmonaire	77
Cancer du pœumon	69
Affections vasculaires de tous types	128
Lésions coronariennes	281
Infarctus du myocarde	244
Grippe	24
Pneumonie	168
Bronchite	707
Autres affections respiratoires	52
Accidents de voitures	4
Suicides	10
	2.484

c) DECES PAR BRONCHITE ET PNEUMONIE CLASSES PAR AGE

	<u>Bronchite</u>	<u>Pneumonie</u>
au-dessous de 1 an	6	9
1 à 44	11	4
45 à 64	193	31
65 et au-dessus	494	124

a) ANALYSE DES RAPPORTS DU CORONER

Il a été établi par le Coroner et les médecins légistes que, pendant la période de brouillard, le nombre de morts subites qui ont été cataloguées "affections respiratoires" après autopsie sont quatre fois plus nombreuses que pendant les quatre jours précédents et que le nombre en est resté élevé pendant un certain temps. Les décès dus à des affections cardiovasculaires ont été, eux, trois fois plus élevés que dans la période précédente; par contre, ils ont brutalement chuté aussitôt que le brouillard a disparu.

	1-4/XII	5-8/XII	9-12/XII	13-16/XII
Thrombose coronaire	27	73	36	32
Atherome coronarien	47	141	71	59
Oblitération coronarienne	3	6	9	1
Infarctus du myocarde	6	28	20	16
Ischémie myocardique	-	2	-	-
Fibrose myocardique	7	16	10	9
Hémopéritoarde	3	5	2	4
Rupture cardiaque	4	8	-	6
Dégénérescence du myocarde	20	83	21	26
Hypertension	32	83	41	37
Artériosclérose	10	15	16	11
Anévrisme de l'aorte	1	5	3	10
Bronchite	24	173	160	110
Emphysème	8	92	91	55
Pneumonie	35	69	87	56
Tuberculose pulmonaire	3	9	13	16
Fibrose pulmonaire	1	10	9	2
Asthme	2	10	4	-
Broncheectasie	1	8	8	4
Trachéobronchite	-	6	5	5
TOTAL	160	512	356	252

e) PROPORTION DE CERTAINES AFFECTIONS RESPIRATOIRES ASSOCIÉES A DES LÉSIONS CARDIAQUES CHRONIQUES

Nombre total de cas de bronchite chronique, emphysème ou broncheectasie

20 115 93 64

Nombre de ces affections associées à une lésion cardiaque

5 35 30 18

f)

Sur 135 cas de mort subite à domicile, la moitié environ des personnes furent trouvées mortes dans leur lit, 41 étant décédées pendant la nuit et 24 pendant le jour. Cette proportion est plus grande que celle dans les 8 jours précédant le smog où, sur 69 personnes, 18 seulement furent trouvées mortes dans leur lit.

Après la fin du brouillard, le nombre de personnes trouvées mortes dans leur lit resta sensiblement égal à la moitié des chiffres donnés ci-dessus, et cela pendant une période d'au moins 12 jours.

B. ETUDE SUR LA MORBIDITE

Pour évaluer le taux de morbidité dans cette même période, il suffit de se reporter aux chiffres donnés par les Assurances sociales (déclarations de maladie) et au nombre d'admissions dans les services hospitaliers.

a) ASSURANCES SOCIALES (déclarations de maladie)

	<u>1951</u>	<u>1952</u>
Semaine du 6 au 13/XII	13.900	28.900 soit plus du double

b) SERVICES HOSPITALIERS

Le nombre des admissions à l'hôpital a permis de constater que les effets du fog étaient plus probants pour les décès que pour la maladie.

On note :

- immédiatement avant le fog 750 admissions journalières
- au moment du fog 1.110 admissions dont 460 pour affections respiratoires

c)

ABERCROMBIE (1953) a commenté le fonctionnement du service d'admission en urgence pendant la période de fog. Ordinairement, le système d'alarme établi dans les hôpitaux en période d'urgence permet de réserver en priorité les lits aux cas les plus pressants.

Le système d'alarme est mis en branle quand la proportion des malades pouvant être admis (compte tenu de la demande) tombe au-dessous d'un certain niveau. C'est ainsi que :

- L'alarme BLANCHE est donnée quand le taux des possibilités d'admission tombe à 85%.
- L'alarme JAUNE quand le taux est à 80%.
- L'alarme ROUGE quand le taux tombe à moins de 75%.

Dans la période qui nous intéresse :

- L'alarme BLANCHE fut donnée au matin du 8 décembre.
- L'alarme JAUNE fut déclenchée dès le matin du 9 et dura jusqu'au 15 décembre.
- L'alarme ROUGE ne fonctionna heureusement pas.



III. LES REMEDES

A. MESURE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Si nous voulons apporter des remèdes efficaces, il importe avant tout de bien connaître les substances polluantes, voire les mesurer de façon systématique.

1) MESURE DES POLLUANTS EN SUSPENSION DANS L'AIR

Il est bien évident que, pour une telle mesure, on ne peut procéder au dosage de chacun des éléments constituant cette pollution; ceci nécessiterait des moyens financiers prohibitifs. Il convient donc de faire tout d'abord un choix parmi ces éléments. Ce choix portera autant que possible sur la ou les substances les plus représentatives de la pollution à étudier, et leur fera alors acquérir la qualité de véritables indices de cette pollution.

Les Anglais ont adopté la mesure de l'anhydride sulfureux (SO_2) et des fumées pour suivre l'évolution de leur pollution urbaine de type dominant charbonnier. Les Américains, à Los Angeles, utilisent le dosage de l'ozone; dans les villes de l'Est, ils préfèrent suivre les variations de l'anhydride sulfureux et des fumées.

A Paris, le Laboratoire d'Hygiène a équipé ses stations pour la mesure de l'anhydride sulfureux (ou plutôt l'acidité forte de l'air) et celle des fumées. Il a fait choix d'un troisième indice : l'anhydride carbonique (ou plutôt acidité totale de l'air) parce que cet élément est le résidu de toutes les combustions carbonées.

La confrontation de ses variations avec celles de l'anhydride sulfureux, permet, en effet, de déterminer, dans une certaine mesure, la part provenant des foyers domestiques ou industriels de celle due à la circulation

automobile. Il conviendrait de lui adjoindre un quatrième indice, représentatif de l'acidité particulaire (surtout SO_4HA) dont la toxicité élevée a déjà été soulignée.

Le milieu gazeux qui nous environne dans une cité est caractérisé par une instabilité considérable dans sa composition; en un même lieu, tel polluant verra en peu de temps sa concentration croître du simple au décuple et, en particulier pour l'oxyde de carbone, cette variation pourra atteindre le centuple en l'espace de quelques minutes. Il en résulte qu'un prélèvement instantané ou "sondage" ne peut représenter d'une façon valable le degré de pollution d'un lieu.

En matière de toxicologie, si la dose est importante, la durée d'exposition ne l'est pas moins. Il importe donc d'opérer le prélèvement de l'élément polluant en se rapprochant le plus possible du comportement physiologique de notre organisme.

Pour ce faire, deux procédés sont employés :

+ Le premier est celui de l'appareil enregistreur qui suit continuellement les variations de concentration dans l'air de l'élément à doser. Cet appareil permet de connaître ses valeurs maximales et minimales et leur répartition dans le temps.

+ Le deuxième procédé réalise un échantillonnage moyen. De ce fait, il se rapproche le plus du mode de fonctionnement de nos poumons. L'air est aspiré par une pompe à membrane, à débit constant, il est dépoussiéré par passage à travers un filtre en papier et barbotte ensuite dans une dilution d'eau oxygénée ajustée à PH : 4,5, puis est refoulé dans un compteur qui mesure le volume d'air mis en oeuvre au cours de la période expérimentale considérée, 24 h par exemple; l'élément polluant retenu ou absorbé peut alors être dosé.

Cet appareil équipe les stations de surveillance du Laboratoire d'Hygiène de Paris, il est très utilisé en Grande Bretagne depuis de nombreuses années (appareils S.F.); il sert à la mesure journalière de la fumée et du SO_2 .

2) MESURE DES POLLUANTS A LEUR RETOUR AU SOL

Ces mesures font appel, en général, à des procédés plus simples que les précédents. Les appareils peuvent être installés n'importe où et présenter une répartition territoriale très dense.

Ces procédés donnent cependant des mesures relatives qui n'ont de valeur que comparées les unes aux autres, mais aussi des renseignements très intéressants qui leur sont propres.

L'appréciation de la pollution atmosphérique a d'abord fait appel, à l'origine, aux techniques de sédimentation des poussières sur des plaques enduites d'une substance fixatrice : Tables de TISSANDIER, Plaques de COHEN.

La sédimentation accélérée par utilisation de la force du vent a été également utilisée par le truchement des Aérosopes (ce sont des plaques, des cylindres ou des sphères vaselinés ou enduits d'un réactif solide).

Ces dispositifs donnent des indications sur la direction des vents les plus chargés en polluants et permettent de localiser les sources de pollution importantes. Ils sont surtout utilisés dans la surveillance des usines, des pollutions de voisinage et dans l'appréciation de l'empoussièrement des lieux de travail.

Puis le choix s'est porté de préférence sur le procédé des jauges-entonnoirs. Celles-ci permettent de collecter, dans l'adjonction d'un fixateur, les particules tombant au sol ou qui sont entraînées par les pluies, et, de plus, par celles-ci, d'apprécier les substances solubles présentes dans l'air au moment des précipitations.

Ces appareils sont très généralement répandus, entre autres en Grande Bretagne, sous le nom de jauges d'OWEN (un des pionniers de l'étude de la pollution atmosphérique outre-Manche).

Les jauges utilisées à Paris diffèrent peu du type anglais.

On admet en Grande Bretagne que les résultats obtenus à l'aide de ces appareils ne représentent que la moyenne des précipitations recueillies pour une superficie d'un quart de mille carré, soit 16,2 hectares, sous réserve qu'il ne s'y trouve aucun obstacle perturbateur.

Les jauges permettent d'obtenir, en outre, des renseignements très importants quant à l'agressivité de la pollution considérée vis-à-vis des monuments, des divers matériaux et même du sol et de la végétation.

*
* *

B. LEGISLATION

Il serait inutile autant que fastidieux d'énumérer ici toutes les dispositions légales prises à l'encontre du danger croissant que représente la pollution atmosphérique. Nous pouvons cependant rappeler pour mémoire le décret impérial du 15 octobre 1810 qui s'attaque aux manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre et incommode.

Une ordonnance du préfet de police, en date du 22 juin 1898, "interdisait la production de fumée noire, épaisse et prolongée".

Puis, en pleine guerre, le 19 Décembre 1917, la loi sur les établissements "dangereux, insalubres ou incommodes", modifiée par la loi du 20 Avril 1932 dite loi Morizet.

Cette loi stipule : "Il est interdit aux établissements industriels, commerciaux ou administratifs d'émettre soit des suies, soit des poussières, soit des gaz toxiques ou corrosifs, susceptibles d'incommoder le voisinage ou de polluer l'atmosphère ou de nuire à la santé ou la sécurité publique, à la production agricole, à la bonne conservation des monuments ou à la beauté des sites."

Les établissements sus-désignés sont divisés en 3 classes suivant les dangers ou la gravité des inconvénients inhérents à leur exploitation.

La première classe comprend les établissements qui doivent être éloignés des habitations et la seconde classe ceux dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire. Les établissements de 1ère et 2ème classe sont réglementés par des prescriptions particulières visant à prévenir les dangers inhérents à leur exploitation.

Les établissements de 3ème classe qui ne présentent pas d'inconvénients graves pour le voisinage ou la santé publique ne sont tenus qu'à une simple déclaration au Préfet et sont alors soumis à des prescriptions générales.

En vertu de la législation de l'urbanisme, les établissements de 1ère classe, 2ème classe et assimilés ne peuvent être autorisés dans les zones réservées à l'habitation. Pour les établissements existant antérieurement à la création de ces zones, le retrait de l'autorisation peut être prononcé après trente ans d'exploitation dans des conditions qu'a fixées le récent décret du 27 Décembre 1958.

Mais l'application de ces lois est extrêmement difficile. Par ailleurs, elles ne s'attaquent pas aux fumées domestiques ni aux polluants émis par les véhicules à moteurs. Enfin, elles n'indiquent pas de critère d'appréciation, ni la définition des substances nuisibles et la dilution maximale qui ne devra jamais être dépassée dans les lieux habités.

Une réglementation plus précise en matière de pollution atmosphérique reste donc à établir en France, et c'est pour cela qu'un projet de loi est actuellement déposé sur les bureaux des Chambres et doit être discuté dès la rentrée parlementaire.

D'autre part, par décret pris en Conseil des Ministres le 28 Juillet 1960, M. le Ministre de la Santé publique et de la Population a été chargé de la coordination des mesures de lutte contre la pollution de l'atmosphère, en accord avec les autres ministres intéressés.

L'article premier du projet de loi stipule que : "Les immeubles, établissements industriels, commerciaux ou artisanaux, véhicules et autres objets mobiliers, détenus par toutes personnes physiques ou morales, devront être construits, exploités ou utilisés de manière à satisfaire aux dispositions prises en application de la présente loi afin d'éviter les pollutions de l'atmosphère susceptibles d'incommoder la population, de compromettre la santé ou la sécurité publiques, ou de nuire à la conservation des constructions et monuments ou au caractère des sites."

Suivent des dispositions précises envisagées pour l'application de cette loi future. Nous remarquons avec satisfaction que cette fois, ni les foyers domestiques, ni les engins à moteur n'ont été oubliés.

*
* *

C. CONCRETISATION

Croire que nous pourrions supprimer, de façon radicale et absolue, la pollution atmosphérique serait une vue de l'esprit, une fumée sans feu.

Penser que nous pourrions l'endiguer de façon efficace, cela nous est permis. Les moyens ne manquent pas.

Des centaines d'appareils de toutes sortes fonctionnent déjà (dispositifs de dépoussiérage, appareils d'oxydation catalytique, etc.). Des centaines d'autres sont à l'étude, au point que nous assistons actuellement à une véritable course au brevet d'invention.

Si l'on remonte à la source, la seule solution rationnelle réside dans l'emploi de combustibles liquides ou solides dont la teneur en soufre doit être ramenée à un taux aussi bas que possible et dont les caractéristiques physicochimiques doivent être étudiées pour que leur combustion soit parfaite avec les différents types de brûleurs.

Il serait illusoire de vouloir surveiller le fonctionnement correct des millions de foyers domestiques. Sur le plan technique, par contre, on peut obtenir une réduction des foyers domestiques en développant le chauffage collectif ou le chauffage à distance.

Le développement du chauffage urbain présente un grand intérêt : les chaufferies dont la conduite est assurée par un personnel spécialisé et qui sont pourvues d'un équipement plus rationnel permettent une meilleure combustion et une diminution de la nocivité des fumées.

L'extension de l'utilisation des appareils de chauffage au gaz et des appareils de chauffage électrique favoriserait également l'assainissement de l'atmosphère. Mais pour y contribuer davantage, les sources de production doivent être éloignées des agglomérations et, mieux encore, être conçues sans génération de vapeurs, de fumées, de poussières nocives, comme c'est le cas pour le gaz naturel (gaz de Lacq) ou pour l'électricité d'origine hydraulique.

En attendant toutefois que les possibilités de production de gaz soient au niveau des demandes et que le coût de l'énergie électrique soit compétitif, l'utilisateur doit essayer d'utiliser le plus possible les charbons maigres ou le coke dans les appareils modernes. Il doit apprendre à se chauffer économiquement, en réglant convenablement les appareils qu'il utilise.

L'essence de tourisme et le supercarburant contiennent presque toujours de "l'ethylfluide" (c'est-à-dire un mélange de plomb tétraethyl, de chlorure et de bromure d'éthylène et d'huile halovax), le tout dans une proportion limitée réglementairement.

L'ethylfluide en question a pour but d'élever l'indice d'octane du carburant et constitue à cet effet la solution de beaucoup la plus économique.

Cependant, il est actuellement possible de réaliser directement par des traitements convenables (craking, reforming, alkylation, hydrogénations, etc...) des essences ayant des indices d'octane élevés, sans addition de plomb tétraethyl.

Pour supprimer ou réduire les quantités de composés à base de plomb, de chlore et de brome contenues dans les gaz d'échappement des moteurs, il suffirait donc, en principe, de consentir les sacrifices économiques qu'imposent les solutions précédentes.

D'autre part, des résultats prometteurs apparaissent déjà sur le plan technique. Max SERRUYS a mis au point, avec l'aide d'un groupe de savants, un dispositif correcteur simple qui s'intercale entre le carburateur et la bride de la pipe d'admission, et dont le résultat est, en facilitant le brassage des gaz, d'améliorer la carburation

du moteur. Au prix d'une très faible baisse de puissance, on observe alors une diminution de la consommation en essence et, fait essentiel, une réduction considérable de la teneur en oxyde de carbone et en particules solides des gaz d'échappement.

*
*
*

Si les principales causes de la pollution atmosphérique des grandes cités modernes et de leurs banlieues, et plus particulièrement de Paris et de son agglomération, paraissent être les foyers domestiques, les foyers industriels et la circulation automobile, elles doivent en réalité se ramener à la cause originelle : la surpopulation urbaine.

C'est parce que Paris, surpeuplé par rapport au reste de la France, leur offrait une main-d'oeuvre abondante que de nombreuses industries sont venues s'y établir. Ces industries, se développant, ont eu besoin d'espaces plus grands et c'est naturellement dans les banlieues qu'elles se sont étendues. Cette extension n'a pu se réaliser sans une augmentation du personnel, et celui qui se trouvait sur place étant devenu insuffisant, il a fallu le recruter ailleurs et le loger, d'où construction de nouveaux immeubles d'habitation s'ajoutant à celle d'usines.

C'est ainsi que, devenant le plus grand marché du travail de France et l'un des plus importants d'Europe, Paris est actuellement une ville "tentaculaire", que le nombre des habitants de la région parisienne augmente chaque année d'environ 180.000 et qu'un cinquième de la population de la France est concentré sur un centième de sa superficie.

Comme le dit J. Dayre, les gains d'exploitation que l'on pouvait attendre de la concentration urbaine et de l'extension en surface n'ont pas tardé à être absorbés par le coût croissant des communications de toutes natures. Ni les transports en commun, ni l'automobile individuelle n'ont été capables de relier commodément des lieux toujours plus éloignés les uns des autres.

Nous l'avons vu, un seul objectif, pourtant pas recherché, a été atteint par cette conception de l'extension en surface : l'atteinte effective à l'hygiène, la santé et la sécurité publiques.

Il apparaît donc que si l'on veut attaquer fructueusement le mal que constitue la pollution atmosphérique, non seulement dans ses symptômes mais dans ses fondations, c'est vers la décentralisation qu'il convient de s'orienter.

Malheureusement, un tel remède ne peut s'appliquer qu'à longue échéance et il convient d'être réaliste sur ce point. Là où existe une interpénétration, vieille parfois de plus d'un siècle, entre habitat et industrie, il est difficile de remédier du jour au lendemain aux inconvénients que présente cette situation, et là, nous touchons au côté social du problème.

Il apparaît cependant qu'il sera extrêmement difficile et coûteux d'améliorer les villes développées en surface; mais en attendant une décentralisation de grande envergure, c'est par un zonage respectif des industries et des aires résidentielles que l'on atténuera la nocivité des foyers de pollution.

Plus que d'essayer d'améliorer les villes en surface, il s'agit de repenser les cités de demain; il faut en venir à une conception cohérente de l'urbanisme. La politique de décongestion de l'industrie, la recherche de l'équilibre entre la ville et la campagne, entre la cité, la terre et l'usine, peuvent donner dès à présent leurs chances à des villes neuves.

Des villes qui ne seraient pas de simples satellites d'agglomérations existantes, mais bien des cités autonomes, pourvues de tous les équipements nécessaires à la vie quotidienne. Pour leur établissement, la place ne manque pas. Avec ses coteaux et ses vallées et les voies de grand trafic qui la sillonnent, la campagne française nous offre encore plus d'un site privilégié, dont les hommes n'ont pas encore su tirer parti, pour l'organisation d'une vie urbaine efficiente et harmonieuse, dans une cité verdoyante baignée de soleil et d'air pur.

Sans faire preuve enfin d'esprit démagogique, nous dirons qu'il faut aider les hygiénistes. Il faut les aider en leur procurant les moyens décents dont ils ont besoin pour leurs recherches. Car c'est le fruit de leur travail qui permettra d'éduquer valablement la population. C'est

l'information du public, la "prise de conscience" par le citoyen, qui conduira en grande partie à la solution du problème.

Nous avons tous les moyens modernes à notre disposition : conférences, radio, cinéma...

Il sera facile de faire admettre, par exemple, que la nocivité des gaz d'échappement dépend du réglage, mais aussi de la manière de conduire; le bon conducteur, l'automobiliste salubriste, comme dit M. Heim de Balzac, est celui qui use peu du starter, qui n'accélère pas brutalement, qui n'ouvre pas en grand l'admission quand le moteur tourne lentement et qui conduit en souplesse.

Ce faisant, il ne compromet ni le confort ni la santé de ses semblables et il ménage sa voiture.

Les conseils judicieux atteindront tous les gens de bonne volonté, ils seront très nombreux car leur santé en dépend.

Le Professeur Raymond a dit fort justement que, sans aller jusqu'à créer une "psychose de l'air pollué", nous pouvons créer une "mystique de l'air pur".



CONCLUSIONS

La pollution atmosphérique par les substances chimiques est un danger certain pour les collectivités. Ce péril va sans cesse grandissant avec une industrialisation, une mécanisation et un besoin de confort matériel de plus en plus poussés.

Le danger de la radioactivité est si grand qu'il provoque une crainte salubre s'objectivant par une organisation extrêmement rigoureuse de la manipulation et de l'évacuation des produits radioactifs.

Si des mesures efficaces peuvent être prises à l'encontre de la radioactivité, d'autres mesures tout aussi efficaces peuvent être envisagées et appliquées pour lutter contre la pollution de l'air. Cela revient à dire que, dans ce domaine, à l'instar de beaucoup d'autres, ce sont les mesures préventives qui permettront la solution la plus logique.

Le Président de thèse
Professeur DEPARIS

Le Doyen de la Faculté
de Médecine de Paris
L. BINET

Le Recteur de l'Université de Paris
SARRAILH

B I B L I O G R A P H I E

- Dr COIN. Symposium sur les problèmes épidémiologiques posés par la pollution de l'air. Copenhague 13-16/XII/60.
- A. QUEVEAUVILLER. La pollution de l'atmosphère par l'industrie et la réglementation des établissements classés. A.P.P.A. Juin 1959
- Rodolphe TOEPFFER. Le Suif. Extrait du journal "Le Fantasque" du 15 Février 1833
- Pr A. LEMAIRE. Pollution de l'air des villes. 1959
- Pr R. TRUHAUT. Sur les dangers de la pollution de l'air des villes. Presse médicale du 30 Juillet 1960.
- MM. les Préfets de la Seine et de Police. Communication au Conseil municipal de Paris et au Conseil général de la Seine sur la pollution atmosphérique dans la région parisienne. 1960
- MM. A. BESSON et J. PELLETIER. Les origines de la pollution sulfureuse. Bulletin de l'Académie de Médecine. 4 Octobre 1960
- Pr RAYMOND. La pollution atmosphérique. Notions générales. 1959
- R. GINOCCHIO. La participation de l'E.D.F. à la lutte contre la pollution atmosphérique.
- J. PELLETIER. Esquisse d'un programme d'étude de la pollution atmosphérique.
- W. MUHLRAD. Etude des émissions de fumées par les cheminées industrielles. 1959
- Y. QUERET. Pollution de l'air par les foyers domestiques. Janvier 1960
- R. LE CHASS et R.E. GEORGE. La pollution de l'air par les combustions. Rapport du 52e Congrès annuel de l'Association pour la suppression de la pollution atmosphérique. Los Angeles 1959
- H. MOUREU. Détermination de la pollution de l'atmosphère due aux gaz d'échappement des véhicules automobiles. 1960
- Pr P. CHOUARD. Aperçu des effets des pollutions atmosphériques sur la végétation. Janvier 1960
- Heinrich LENT. Problèmes de la pollution atmosphérique en Allemagne. 1960
- Sir Walter FERGUSON HANNAY. Extraits de la Revue Petroleum Times. Janvier 1959
- Pr R. TRUHAUT et Monique DE CLERQ. Risques de cancérisation pouvant résulter de la pollution de l'air des villes.
- MORTALITY AND MORBIDITY DURING THE LONDON FOG OF DECEMBER 1952. REPORTS ON PUBLIC HEALTH AND MEDICAL SUBJECTS. 1957
- A. CARAYON-GENTIL, H. GRISOLLET, H. JUMEL et J. PELLETIER. Un problème d'actualité en matière d'hygiène publique, la pollution atmosphérique, 1957

N.F. IZMENOF et L.G. GABINOVA. Prévention de la pollution atmosphérique en U.R.S.S. 1960

J. DAYRE Baignée d'air pur et de silence. 1959

M. SERRUYS. Les moyens de réduire la pollution atmosphérique. 1960

GIOVANARDI et E. GROSSO. Recherches sur la pollution atmosphérique de la ville de Milan. Rivista dei Combustibili. 1958

B.C.U.R.A. Mesure des émissions de fumées. Annual report 1959

H.C. MAC KEE et F.W. BIEBERDORF. Journal of the pollution control Association. Juin 1960

H. PICHLER. Gas und Wasserfach. Juillet 1960

Journal Officiel. Nomenclature et réglementation des établissements classés. 1959

THE GAZ COUNCIL. Combustibles sans fumées. Avril 1959



